

10MW 单晶硅太阳能电池生产线

可行性研究

报告

二〇〇六年四月

目 录

前言：项目介绍.....	4
第一章：国内太阳能电池生产和市场需求.....	5
1. 目前中国太阳能电池工业的现状	
2. 中国太阳能电池需求状况	
3. 未来发展	
4. 得失分析	
第二章：国际市场太阳能电池生产现状和需求.....	8
1. 国际上太阳能电池生产厂商情况	
2. 国际市场需求的持续增长	
3. 西方国家政府对太阳能光伏产业的支持	
4. 机会分析	
第三章：多晶硅太阳能电池的生产.....	11
1. 技术条件	
2. 人才队伍	
3. 原材料	
4. 厂房要求、水电供应及三废排放	
5. 员工的招募与培训	
6. 项目建设周期	
第四章：未来发展.....	14
1. 不断扩大再生产，力争 2010 年前年产能达到 100 兆瓦	
2. 日益实现的光伏建筑材料一体化市场	
3. 激光刻槽埋沿电极电池	
4. 高效硅太阳能电池	
5. 建成一个综合性的太阳能电池生产科研基地	
第五章：投资、成本、市场竞争及投资回报分析.....	15
1. 投资资金配置	
2. 成本测算	
3. 竞争优势	
4. 投资回报	
第六章：投资风险与对抗措施.....	19
1. 市场风险	
2. 竞争风险	
3. 技术风险	
4. 原材料风险	
第七章：总结意见.....	20

前言：项目介绍

虽然现代工业的发展在很大程度上还是依赖于常规矿物能源，但是大肆开采和消耗这种矿物燃料，给我们地球已经造成了灾难性的环境污染。而且当我们在庆幸今天的文明时，我们不应该回避过去一百年来发展所依赖的煤、石油、天然气等矿物燃料已经无法再支撑人类发展 100 年了！

所以，现在无论是国际组织，还是国家、组织、还是个人，大家都在探讨人类可持续发展，或者更严重些、可持续生存的问题。大家将目光首先聚焦在能源和环境这两方面。可以这样说，谁最终解决这两大问题，谁就在未来的世纪内领先于其他国家或组织！因此，自从上世纪 80 年代中期开始，开发、利用可再生能源在全世界逐渐形成一股越来越猛烈的浪潮，特别是太阳能发电的发展，越来越被众多的国家、组织甚至个人所采用。太阳能发电，就是利用半导体材料的光生伏打效应，将太阳能转化成电能。目前太阳能发电所用的太阳能电池片主要有以下几种：单晶硅、多晶硅、非晶硅、砷化镓（GaAs）、多结层电池等，各种电池的转化效率（实验室水平）也几乎达到最佳状态，但由于制造过程过于复杂或原料特性限制，目前除了晶体硅太阳能电池能够实现大规模工业化生产，其他形式的电池的发展一直无法取得突破。所以晶体硅电池将在未来很长的时期内主宰整个太阳能发电市场，其所占比重一直在 90% 以上。

晶体硅太阳能电池，就是指单晶硅、多晶硅两种，虽然在控制单晶硅过程中要消耗大量电能、在制备硅片时又要消耗过多的硅材料，但单晶硅电池效率较高，技术也更加成熟。因此建议投资方案采用当今技术成熟、并符合行业发展方向的单晶硅太阳能电池作为投资项目，一期规模产量为 10MW/年。在一期项目成功的基础上扩大生产规模，并生产多晶硅电池，力争在 3~5 年内使本项目公司在国内太阳能界取得较有利的竞争地位。

第一章：国内太阳能电池生产和市场需求

1. 目前中国太阳能电池工业的现状

中国太阳能光伏发电地面应用的研究起始于上世纪 70 年代，到 80 年代全国陆续建立了云南半导体（单晶）、宁波太阳能（单晶）、开封太阳能（单晶）、秦皇岛华美（单晶）和哈尔滨克罗拉（合资、非晶）等五家电池（同时也做组件）生产企业，这些企业中开封、

秦皇岛已停产，哈尔滨主要在非洲还有相当市场，宁波、云南都在积极谋求技术改造，增加设备，力争有更大的发展。

无锡尚德在 2001 年引进澳大利亚博士施峥嵘，投资 1800 万美金，在无锡迅速启动 10MW 多晶硅太阳能电池，并在 02、03、04、05 年继续追加投资使生产能力达到 120MW，而组件封装能力已经达到 100MW 以上，并在 05 年底在美国纽约成功上市，在国内乃至国际行业引起轰动。

同样在 2001 年，国家计委、河北保定市先后投资近 3 亿人民币，在保定兴建一条 5MW 多晶硅电池生产线（从多晶硅硅片生产、电池生产到组件封装），并先后在电池、硅片等产业链不断加大投资，又在国内多家老厂聘请技术骨干。该公司目前正在积极运作纽约上市事宜。

目前其他企业如上海交大、上海太阳能等十多家太阳能企业都先后上了太阳能电池项目，规模也各不相同。

2. 中国太阳能电池需求状况

中国太阳能市场从来就不是一个稳定的市场，2001 年行业内封装企业终于盼来了国家光明工程先导项目，并于 2002 年正式招标实施，总规模达到 20MW，一时之间挤满所有封装厂的生产能力，但随后又毫无音讯使一批企业举步维艰，特别是国家项目付款条件的苛刻，更使当初承担项目的企业苦不堪言。好在 2004 年 5 月以来欧洲特别是德国项目的启动，才真正再次挽救了中国光伏企业。同时使大家懂得唯有搏击国际市场，才是企业生存发展的唯一之途。

2004 年 5 月至 10 月，欧洲企业在中国询单（组件）总数超过 200MW，但苦于电池片采购不足，实际采购量可能在 60-700MW 左右。根据初步统计，国内太阳能组件封装企业的总能力已经超过 800MW，而能够采购到的电池不足 300MW，缺口至少在 500MW 上下。

另外，中国是世界上最大的太阳能应用产品生产国，包括太阳能庭院/草坪灯、太阳能玩具、太阳能工艺品、太阳能道路标志指示灯、太阳能手电和收音机等，2005 年电池消耗量预计超过 80MW（这些企业主要集中在广东、浙江和福建等地），并一直保持强劲的增长势头。

3. 未来发展

中国太阳能事业的发展也经历了一波三折的过程，首先是上世纪 80 年代从南到北的一致行动，到 90 年代的苦苦支撑，然后是 2001 年左右的突然爆发，2003 年的艰难岁月，再到现在的一片光明，可惜由于电池片和其他原材料供应瓶颈问题始终无法解决导致很多

封装厂只能望（定）单兴叹。于是有远见卓识的投资者纷纷转向进入太阳能电池、甚至更前道的生产领域，希望趁这波大发展行情在行业内取得领先优势。

作为世界上较早介入太阳能发电领域的国家之一，中国太阳能行业在过去 30 多年的发展中并没有落后西方太多，也就是说中国不乏太阳能领域的高级技术人才。但由于中国基础工业、特别是设备制造业较为薄弱，实验水平、特别是工业生产水平与西方国家有较大差距。

中国太阳能发电市场的未来发展，笔者的观点是中国必将成为太阳能发电最重要的市场之一，可能真正大规模的市场形成比西方还要早！众所周知，中国是一个矿物能源资源相对较贫乏的国家之一，根据目前国家的发展速度，中国可能是最先几个进入能源危机的国家之一，这一点中国政府不可能不看到，也不可能无动于衷的！而解决的途径只有两个：风力发电和太阳能发电（水力发电的发展潜力已经不大）……风力发电有季节性和地域性，太阳能发电有昼夜和阴晴之分，所以两者都要上！中国电力装机容量在 2000 年就已经超过 300,000MW，未来十年这个数字至少翻一倍才能满足经济发展的需要，所以多种形式的发电、特别是风力和太阳能发电将是电力工业的重中之重！10 年内太阳能发电容量只要占电力总装机的 5%，就是 30,000MW，这个数字是目前全球太阳能年生产量的 20 倍（2005 年全球产量约 1500MW）！这个数字还不包括中国尚有 2700 万户边远居民的供电，及其公共设施的供电（这些地区已经证明采用太阳能或风力发电更具有经济性）！

4. 得失分析

仔细分析国内的太阳能企业，我们发现越是老的企业（特别是老五家）经营状况越不乐观，越靠北、靠西的企业在效益方面比东、南地区的企业要差。

这也很好理解，由于老企业沉重的历史包袱、加上设备陈旧需要大笔资金改造，自然造成经营上的困难。而新兴企业，首先采用先进的新设备，效率、可靠性得到很好的保障，而且没有任何包袱，发展起来相对容易。

另外西部、北部地区的企业，无论是人才、资金的引进，还是外协配套，以及市场开发都比东南部企业更加困难。

第二章: 国际市场太阳能电池生产现状和需求

1. 国际上太阳能电池生产厂商情况

随着国际太阳能市场的兴起，各大国际太阳能电池生产企业的年产能也在不断扩大，而且新的投资商纷纷加入太阳能电池工业的行列。到 2003 年，世界上主要晶体硅太阳能电池生产厂家的情况见表一。

表一 世界太阳能电池行业各生产厂商情况统计

公司名	国家	2003 年产量 (MW)	晶体硅种类
Sharp	日本	240	单晶和多晶
京瓷	日本	80	多晶
BPSOLAR	英国	55	单晶、多晶
Shell	德国	35	单晶
RWE	德国	30	带硅
ASTROPOWER ¹	美国	20	单晶
PHOTOWATT	法国	20	多晶
三洋	日本	15	单晶
Q-cell	德国	50	多晶为主
三菱	日本	60	多晶
尚德	中国	10	多晶
茂迪	台湾	15	多晶
合计		630	

注 1: 美国 ASTROPOWER 于 2004 年 4 月正式申请破产，并由 GE 公司正式接手。

注 2: 2003 年全球电池实际销售量达到 742MW，2004 年达到 1120MW。

由于欧洲正式启动太阳能计划，欧洲太阳能企业正在进一步扩大产能，投资新的生产线。

2. 国际市场需求的持续增长

正如分析国内情况所指出的，国际社会同样面临能源危机和环境污染的双重压力，大力发展太阳能和风电只是先后的问题，而不存在发不发展、发展数量的问题！随着时间的推移，太阳能和风电就象当年矿物燃料发展过程一样，而且由于这个世界已经建立起了如此庞大的工业、民用体系，因此太阳能和风电发展无论是规模还是速度都会远远超过常规能源建设的规模和速度！

太阳能工业在上世纪 90 年代，平均年增长速度超过 20%。而本世纪开始的头三年，太阳能电池产量就从 1999 年不足 200MW 发展到 2003 年的 742MW，这种跳跃式发展将在未来

30~50 年将不断出现，而年平均增长速度将不会低于 20%!

石油对能源的贡献整整花了 100 年，年轻的光伏工业从今天到未来的重大贡献所需时间比石油要短得多。总之，“太阳能将在 21 世纪取代原子能作为世界性能源，唯一的问题是在 2030 年实现，还是在 2050 年实现。”——世界著名的太阳能专家施密特教授的论断确实耐人寻味。

3. 西方国家政府对太阳能光伏产业的支持

由于太阳能发电的诸多有利因数，许多国家政府特别西方发达国家在政策方面不断向太阳能发电方面倾斜，多年来光伏产业一直是世界增长速度最高和最稳定的领域之一。快速发展的屋顶计划、各种减免税政策、补贴政策以及逐渐成熟的绿色电力价格为光伏市场的发展提供了坚实的基础。市场将逐步由边远地区和农村的补充能源向全社会的替代能源过渡。预测本世纪中叶，光伏发电成为人类的基础能源之一。

1997 年 6 月美国宣布了“克林顿总统百万屋顶光伏计划”，2010 年完成。该计划旨在加速和促进美国光伏产业的快速发展，把发电成本降到 6 美分/kWh 以下，起到减排 CO₂、增加社会就业、保持和加强美国光伏产业在世界的领先地位和支配地位的作用。欧洲于大致相同的时间宣布了“百万屋顶计划”，于 2010 年完成。

日本政府在 1997 财政年度计划安装 9400 套 4kW 的屋顶光伏系统，总计 37MW，是上一个财政年度的 6 倍，是日本 1996 年生产太阳能电池组件的 2 倍，是全世界 1996 年光伏组件生产总量的 41%。日本政府的计划目标是，到 2010 年安装 5000MW 屋顶光伏发电系统。德国联合政府在欧洲百万屋顶的框架下于 98 年 10 月份提出了一个光伏工业 20 年来最庞大的计划——在 6 年内安装 10 万套光伏屋顶系统，总容量在 300-500MW，总费用约 9.18 亿马克。该计划提供 10 年无息信贷，政府提供 37.5% 的补贴，该计划于 1999 年 1 月实施。该计划在德国引起了很大反响，对德国的 PV 工业将产生不可估量的影响。

这些上世纪提出的计划或设想在实践了几年之后，各国政府应光伏产业的发展而不断更改，如德国和日本的计划事实上已接近完成。而美国加州年初通过的太阳能计划，将再次激起全球太阳能发展的新高潮!

4. 机会分析

我们应该看到每一次太阳能发展的高峰都离不开政府部门的大力支持，一旦这种支持失去，太阳能工业的发展就会相对缓慢，这是所有这一行业新进入者必须首先考虑的问题!当然我们也应该看到，随着工业规模的不断扩大，新技术的不断出现，生产成本必将大大降低，太阳能发电的市场竞争能力也在不断提高：根据目前的常规能源价格，太阳能发电与之完全市场竞争的时间已经为时不远。大家不应忘记，2004 年 10 月石油价格一度

攀升至 54 美元/桶，而这个价格已经成为未来几年的底价！

再看看日本的情况，日本是目前太阳能发电应用最好的国家，其产量和市场都占据全球 60% 的份额。虽然目前日本已经取消原有的补贴政策，但是日本市场不但没有萎缩反而发展更快！原因就在于老百姓已经接受太阳能这一绿色能源，而且昼夜电价差别也能给他们带来利益（太阳能白天发出的电力卖给电力公司，晚上再从电力公司买电）。可以这样说，无论是宏观方面的要求必须发展太阳能发电，还是微观上老百姓对绿色能源的需求，太阳能发电工业与国家补贴政策的关系将随着时间推移和行业规模的不断壮大而越来越小。

所以，现在迅速介入太阳能行业，既可以赶上世界各国优惠政策，有可以在未来真正与原有电力工业竞争时奠定技术、资金、市场和规模等诸方面基础，必然领先一步，稳操胜券。

第三章：单晶硅太阳能电池的生产

1. 技术条件

总结国内外太阳能电池生产的经验教训，要想参与国际竞争，必须以合理的成本，解决好设备、人才和原材料三大关键问题！

首先设备，只有优良的设备、经过专业合理的配置调试才能满足连续生产出合格产品的要求。经过多年的运行和改进，国内设备已经可以在很大程度上替代进口设备，当然油画设备选型和合理配置是生产线能否顺利开通的必要条件。

2. 人才队伍

再好的设备，再完备的技术支持，离开了能够接手这条生产线的技术人员和生产工人，所有的一切仍然无法运转。这里我们讲的人才队伍有三个层次：

首先必须具备一至两个（无须多但要精和专）技术领衔人，不仅能够接手这条生产线，更要具备研究开发新产品、新工艺的能力。这样的人才应该是大学教授、研究所研究员或同类工厂的总工或技术厂长，他们首先必须非常熟悉目前国际各种技术路线、并有多年（至少十年）开发、研究和生产太阳能电池的经验，同时具有统领、指导研究人员开发研究的能力（相当于大学教授带硕士、博士研究生），其背景和能力必须得到国内甚至国际同行的认可。这样的人才在国内有但不是太多，而且随着各大投资项目的建设他们已经日渐稀缺甚至没有。当然这样的人才也可以引进或通过与国际企业合作而得到技术，

然后再培养自有的领衔人。

第二层次的人才 是研究开发人员，能够在领衔专家的带领下在各自领域开发研究生产公司、材料配方等的技术人员，虽然这一层次的人才不一定要求从事过太阳能电池生产或研究（当然最好有这方面的经验），但必须有在本专业研究开发的能力。这类人才要求有半导体材料、化学、机械、电气等或相关专业（上述专业或相关专业人才必须配齐），如有综合素质好的半导体物理方面的专业人员可以向技术领衔人方向培养。

第三层是生产线技术人员，要打通生产线并不难，难的是如何保持生产线在连续生产过城邑直中保持工艺要求的状态高速运转、并在设备检修期间迅速排除可能会造成问题的种种隐患。因此生产线技术人员必须具有在生产过程中、生产间隙时期确保设备的完好，他们是生产线的守护神。专业包括机械、电气、控制等，必须具有相当的设备运行维护经验，同时要求年轻、具有较快吸收新知识和再学习的能力。

当然企业的经营管理人才是必不可少的，这一点这里不做论述。

人才战略是企业经营成败的关键，国内许多企业成王败寇的经验教训告诉我们，只有吸引优秀的人才并不断培养人才、最终建立企业自有的专业、管理人才，才能使企业具有源源不断的创新和发展能力。因此新项目必须一开始就将人才建设放到一个战略高度，并不断吸收、扩充和培养更有竞争力的人力资源，使企业始终站在行业的制高点而迅猛发展。

3. 原材料

原材料，特别是硅片和银、铝浆料的材料是决定最终能否生产出合格产品的关键。我们应该在国际上搜寻合格的供应商，并签订长期供货合同，这样不仅能够保证供货、及时供货和供货的质量，而且当原材料短缺的情况下工厂不致造成停产的局面（近阶段许多工厂就是因为原材料供应不上而只能空置生产能力，而另一方面又不断推掉客户的订单）。

4. 厂房要求、水电供应及三废排放

电池生产的大部分厂房不要求太高的洁净度，本项目所需厂房面积 1000 平方米作为电池的丝网印刷、减反射膜和测量等工艺生产的面积。还需要 500 平方米的面积作太阳能电池的其他生产用房和原材料、成品库房。办公室面积需要 200-300 平方米左右。

太阳能电池生产需要一定量的超净气体、去离子水等，厂房层高需达到 4 米以上厂房外面要有 500-1000 平方米以上的面积作为停车、废水处理、气体管道的安装，以及满足绿化等要求。

制造太阳能电池需要极高纯度的去离子水，而且这种超纯水的消耗量也相当大。在选择生

产方案时，应考虑到节约用水的原则，尽量选取用水少而又能达到清洗效果的方案。目前在有些工业界所用的阶梯式流动清洗是一种比较可行的方法。其它如污水处理，冷却等用水将小于这一用量。如果工厂所在地水源充足，这样的用水量应该是能够保证的。太阳能电池生产类似集成电路的生产，虽要求较大的用电量，但却远少于重工业的用电量。总用电容量要求在 1000 千瓦左右（具体视所定设备的功率）。

太阳能电池对化学试剂和超纯气体的要求比较高。在尽可能采用国产试剂的前提下，一些重要的化学药品可能需要从国外购买。但是超纯气体则应在本地解决，因为从外地运输是不实际的。如果当地有此种供应商，则此问题就可圆满解决。在生产过程中产生的污水、废气都要按照或者超过国家标准加以处理。在排放前除去一切有毒有害的物质。由于太阳能电池生产用的化学药品比集成电路所用相对较少，而且很少有有机毒物，处理起来比较容易，不会给当地带来更多的污染。

5. 员工的招募与培训

太阳能电池的生产很接近于半导体集成电路的加工工艺，其中的工程师应尽量从工科大学半导体专业的大学毕业生中选拔。当然，理科半导体物理和化学等专业的大学毕业生也可作为工程师的人选。

另外需要几个工序的管理人员，他们将负责解决每班各工序生产中的大部分问题。工序管理人员可以以电子、化学方面的大学或中等技术学校毕业生中选择。

而操作工人可从中技甚至高中毕业生中选择。由于单项工序要求的半导体及太阳能电池工作原理方面的知识并不多，对操作工人的技术专长也要求不高。对他们讲解一般半导体工艺方面的知识就可以上岗了。而对操作工人的具体操作技术的培训将主要由工序管理员来进行。

技术人员的培训是成功生产的关键步骤之一。所以必须尽快招募技术领头人和技术开发人员是项目启动的重中之重，由他们将生产工艺、设备知识迅速传递给生产线技术工程师和一线生产工人。因为首先要保证的是生产线的开通和正常运行，其次才是技术开发和工艺创新。

6. 项目建设周期

本项目的建设估计为 6-8 个月，具体时间安排大致以下：

- 6.1 生产线方案设计、定型以及订货：1 个月
- 6.2 设备订货：3 个月，同时厂房设计、装修及外围设施的安装：3 个月
- 6.3 设备到场、安装、调试：2 个月
- 6.4 生产线打通小试：1 个月

6.5 生产线批量试生产

第四章：未来发展

1. 不断扩大再生产，力争 2010 年前年产能达到 100 兆瓦

风起云涌的现代光伏行业将随着市场的不断扩大、技术不断创新、投资规模的不断增加，增个行业的秩序必将重新洗牌。因此只有不断进取、增加规模才能在未来竞争中取得有利地位，为下一步发展打好良好的基础。就本项目而言，如能在 2010 年前后达到 100MW 生产能力，也只是有可能在世界硅太阳能电池行业前十位左右的排名，当然通过改进技术、减少成本可以取得与排名靠前企业同样的利润、利润率。

2. 日益突现的光伏建筑材料一体化市场

现在太阳能行业的兴起是由太阳能屋顶系统推动的，未来的屋顶系统很可能由光伏建筑材料唱主角。这样的屋顶或墙面既是建筑材料，也是太阳能组件，这种材料可以在电池生产线后道加一条线一次加工完成，也可以由另一个建筑材料生产线或原有的光伏组件生产线加工。这样的系统不仅造价低、安装简易，而且无处不在，就在负荷附近发电，这种模式是未来太阳能应用的主要方式！

3. 激光刻槽埋沿电极电池

目前硅太阳能电池的效率已经非常理想，要想进一步接近理论值，还有两方面的开发工作可做：进一步提高电池表面的受光面积即减少表面栅线、电极的有效覆盖面积，因此必须将栅线、电极做的更细；二是增大电池栅线和电极的导电率，即增加栅线密度和宽度。这两方面是相互矛盾的！激光刻槽技术可以解决这个问题，即采用激光技术将栅线、电极主要部分埋在电池表面以下，这样表面栅线可以做的很细、很密，从而可以相当可观地提高电池效率（做得好的话可以提高 1~2 个百分点）。目前的难点是设计完整的生产线用以大规模、可靠地实施这一工艺。

4. 高效硅太阳能电池

日本松下公司在单晶硅电池表面在生长一层非晶电池从而使效率从 16% 左右提高到 19%。这为提高晶体硅太阳能电池效率提供了很好的思路，未来开发高效硅太阳能电池的研究工作将更加深入开展，并最终成为大规模生产的主流工艺。

5. 建成一个综合性的太阳能电池生产科研基地

未来的竞争是资金和技术的较量，唯有不断扩大规模、不断推出技术创新才能立于不败

之地。我们的设想是利用现有技术逐步健全一支技术先进、专业全面的技术攻关人才队伍，在太阳能电池生产工艺、新型太阳能、太阳能电池应用等多方面进行深入研究开发，不断跟踪国际最新研究成果，参加、组织各种国际国内学说、行业信息交流，把一个纯粹的生产型企业建成一个集生产、科研、学说交流为一体的综合性太阳能电池生产科研基地。

第五章：投资、成本、竞争优势及投资回报分析

1. 投资资金配置

生产线设备： 1500 万人民币（含调试安装，计成美圆为 $1500/8.06=186$ 万）
 厂房装修及外围设施： 500 万人民币（含各种杂费，计成美圆为 $500/8.06=64$ 万）
 达产后流动资金： 3000 万人民币（计成美圆为 $3000/8.06=372$ 万）
 资金总量： 5000 万人民币（计成美圆为 $5000/8.06=620$ 万）

2. 成本测算

太阳能电池成本包含：硅片成本（计及生产过程破损）、生产过程其他原副材料消耗、水电消耗、人工成本、场地占有、设备折旧（八年）、资金占用等几个方面，下表为目前首期 10MW 电池生产成本分析：

表二：10MW 电池生产成本分析

年产量 (MW)	10
单晶硅硅片类型	125*125mm 准方片
电池效率	15%
单片电池功率 (瓦)	2.23
成品率	97%
硅片原料购买量 (片)	4,623,000
硅片原料价格 (美元/片, 125*125mm)	5.83
硅片原料每片根据转换效率核算成每片的瓦数	2.23
硅片原料购买价格核成: 美元/瓦 (计及损耗)	2.70
硅片加工成电池需用材料 (其他原副材料等) 成本, 美元/片	0.6
硅片加工成电池材料成本, 美元/瓦	0.27
硅片原料加上制造成本, 美元/瓦	2.96
平均销售利润 (售价 3.25 美元/瓦)	0.29
年销售额 (百万美元)	32.50
年销售利润 (百万美元)	2.90

3. 竞争优势

中国在高科技产品在国际市场上向来不具有竞争优势，而太阳能行业的巨大发展前景必然导致激烈的市场竞争。未来十年在太阳能行业的竞争必将与现在微电子半导体行业的情况一样……是世界级企业巨人以大资金、高科技手段同台竞技的角斗场！

但是目前介入太阳能行业，首先可以搭上各国政府先期推广太阳能应用的快速航班，这无论是积累资金、积累技术还是市场资源的积累都是非常有利的。其次未来国际大资金真要介入太阳能这一朝阳行业，他们是不可能从头做起的，谁在这个市场上取得一定的优势，谁将成为其首选的合作伙伴！所以我们现在介入这一行业可以为将来不断融资壮大打下坚实的基础。

目前的市场竞争，虽然本投资项目相对现在市场而言是个新进入者，但是由于目前市场所呈现的供货严重短缺的现状，进入这一市场将轻而易举。可以预料首期 10MW 生产能力将很快为市场所买断。现在我们要做的是如何尽快使生产线高速正常地运转起来，并源源不断地生产出合格的产品，当然我们也必须筹划好未来的发展战略，尽早做好心理和物质准备迎击未来十年、二十年将出现的与巨人共舞的历史机遇！

4. 投资回报

根据前面的成本分析，我们做的 10MW 生产线投资回报如下：

表三：10MW 生产线投资回报表

年产量 (MW)	10
单晶硅硅片类型	125*125mm 准方片
电池效率	16%
成品率	97%
设备投资(百万美元)	1.68
厂房装修及外围设施(百万美元)	0.64
流动资金(百万美元)	3.72
年销售收入(市场价 3.25 美元/瓦, 百万美元)	32.5
销售利润(百万美元)	2.90
投资回报率(投资 1.68+0.64=2.32 百万美金)	125%
回收期(年)	0.80

注：表中回收期指正式量产开始计算，考虑建设周期 6~7 个月，则投资回收期为 15 个月左右。

第六章：投资风险与对抗措施

1. 市场风险

目前太阳能电池供不应求的局面，在很大程度上是由于各国政府特别是德国和日本政府的优惠政策而带来的。那么就存在一个问题，即如果取消这样的政策，市场会不会崩溃？工业界人士对此看法不一，但多数抱乐观态度。特别是近期加州、韩国等国和地区制定的优惠政策，时间跨度长达十年，更是坚定了许多投资者的信心！

首先，各国政府对太阳能电池补贴的最初原因是来自民间的环保压力及对能源的担忧，因此，政府就不得不考虑取消补贴的后果。如果没有更好的科学技术来制造更多更干净的能源，在一般情况下，他们不会采取非常突然的手段来取消补贴，很可能出现的局面是政府逐渐减少、最终取消补贴。日本政府在 2003 年开始取消补贴，但现在又考虑恢复。再说这些政策还取决于政府的换届及其对可再生能源的态度，这个过程可能需要几年到十几年的时间。在这个期间内，太阳能电池的生产厂家可以通过扩大生产、采用新技术、提高自动化水平、减少材料消耗等手段来降低成本、提高电池效率，从而在政府取消补贴的情况下，也有足够的竞争力在市场上生存。而且如前文所言，是由价格不断攀升，市电价格必将不断上涨，也使太阳能电池的竞争能力越来越强。另外，我们在开发国外市场的同时，还要看到国内巨大的市场。

2. 竞争风险

前面已经讲过，太阳能行业的激烈竞争很快就会来到，所以我们应该迅速行动，在此之前尽享目前大好行情，尽快在规模、管理、技术和市场等诸方面壮大自己，从而在太阳能完全市场化竞争的时候与国际大鳄展开竞争。我相信中国本土的资金、技术、人才优势一定能够在这场全球竞争中取得立足之地，退而求其次，在巨大的中国本土市场我们确立优势的把握还是比较大的！

3. 技术风险

当然横在硅太阳能电池产业的巨大风险还是非常令人担忧的，那就是新技术的发展也许一下子将目前硅太阳能电池工业打入冷宫！由于硅太阳能电池的主要成本集中在硅材料的提炼和结晶（50~60%的总成本），其高企的成本一直制约太阳能发电的全面应用。因此人们一直没有放弃对其他材料、其他技术路线的研究。

目前最有可能在未来取代目前技术路线的研究方向有两个：

一是非晶硅薄膜太阳能电池，直接将硅材料生长在廉价的玻璃或其他材料衬底上，这一

才事实上已经在生产，但由于效率较低（5~8%）、又有光照衰减的缺陷（一般年衰减15~20%，而硅太阳能电池年衰减只有1~2%），所以应用领域主要是计算器、手表，也有一些农村偏远地区在应用但量很少。

第二种技术是多晶薄膜电池，与非晶做法接近，但实验室效率已经可以与硅晶体太阳能电池相媲美，只是目前还无法实现工业化生产。

这两种技术特别是多晶薄膜电池将来必将成为目前硅晶太阳能的巨大挑战，并很可能取而代之，当然由于技术原因这种挑战还无法在近期形成。一般而言这样的新技术真正实现工业化生产至少需要五年到十年时间（硅太阳能电池从实验室走向工业化生产的时间至少有二十年，而非晶薄膜电池的时间与此相当）。但我们必须认识到这一点，并在未来研发过程中重点关注多晶薄膜！

其他电池虽有多种，有的效率已经做的很高（实验室），但由于缺乏必要的工业化大生产所需要的条件（地球上温度、压力、原材料开采）而无法与硅太阳能电池竞争，有的只是在特殊领域应用一些。

4. 原材料风险

虽然硅材料是地球上含量最丰富的元素之一，但由于近年来太阳能电池工业的飞速发展，前道原材料的供应近期显得很紧张，因此在投资开始、特别是我们想尽快将产能提高上去，就必须考虑原材料采购问题。

国外企业一般的做法是与原材料供应商签订长期供应合同，价格根据采购时的国际价格调准；同时将自己的生产能力卖给下家客户，从而保证整条生产线的连续运行。

第七章：总结意见

我们应该看到，虽然太阳能行业发展飞速，但就2003年全球产值，电池是742MW约16.324亿美元，太阳能组件出货约为600MW（部分电池做作其他用途）价值19.20亿美元，经济总量并不大，所谓竞争也只是局部地区，而从全球范围而言已经出现供不应求，04、05年则全面出现这种供应紧张的局面。由于市场缺口太大、投资新生产线也不可能立即投放市场，所以这样的局面至少保持5年时间，不同的仅仅是程度而已。

因此，迅速组建一支优秀的团队，尽可能快速地投资这样一条电池生产线，是目前能够找到的投资回报最好的项目之一，而且这种高增长、高回报的行业发展前景是目前许多其他行业无法比拟的。